

Innovación tecnológica en la Educación

Educación, Innovación e Inteligencia Artificial

Innovación Tecnológica
en la Educación

Estrategías de
enseñanza y aprendizaje

Competencias profesionales
y su relevancia

Artículos



Aprendizaje de funciones matemáticas con uso de Desmos Graphing Calculator en el bachillerato de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

Autor: Sicairos Avitia Policarpio
Centro Educativo Mar de Cortés
policarpio.sicairos@uas.edu.mx
+526671630325
México

Alvarado Lemus José Alberto
Centro Educativo Mar de Cortés
lemus65@gmail.com
+526671828248
México

Innovación tecnológica en la Educación

Resumen

El objetivo de este estudio es interpretar el aprendizaje de funciones matemáticas con el uso de la herramienta digital Desmos Graphing Calculator en estudiantes de tercer grado de bachillerato en la Universidad Autónoma de Sinaloa. La investigación se realizó con una metodología cualitativa de enfoque etnográfico digital y particularista, aplicada a un grupo de 42 estudiantes. Se emplearon entrevistas semiestructuradas y observación participante, analizadas mediante la plataforma Voyant Tools y fundamentadas en la Teoría de Registros de Representación Semiótica de Raymond Duval. Los resultados revelan que Desmos mejora significativamente la capacidad de los estudiantes para transformar y manipular diferentes representaciones de funciones matemáticas, facilitando la comprensión y resolución de problemas complejos. Además, se observó un incremento en la motivación y confianza de los estudiantes al utilizar esta tecnología en su aprendizaje. En conclusión, Desmos no solo actúa como un apoyo visual y manipulativo, sino que también fomenta un aprendizaje profundo, permitiendo a los estudiantes explorar conceptos matemáticos abstractos de manera interactiva y significativa.

Palabras clave: funciones matemáticas; Desmos Graphing Calculator; aprendizaje; estudiantes; bachillerato

Introducción



La educación media superior en México se encuentra en un punto crucial de su desarrollo. Actualmente, experimenta su máximo histórico en matrícula, con más de 5 millones de estudiantes inscritos en diversos programas a lo largo del país (SEP, 2023). Este aumento en la participación educativa representa un logro significativo en términos de acceso y cobertura. Sin embargo, este crecimiento cuantitativo no se ha traducido necesariamente en una mejora cualitativa, especialmente en áreas fundamentales como las matemáticas.

Los resultados en matemáticas siguen siendo preocupantes, como lo demuestra el promedio nacional de 408 puntos de 490 posibles en el examen del Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA) (Solís y Ramirez-Noriega, 2024). Esta brecha entre el rendimiento actual y el nivel deseado refleja desafíos persistentes en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Más allá de las cifras, estos datos ponen de manifiesto una urgente necesidad de innovar en los métodos y herramientas utilizados para la enseñanza de esta disciplina fundamental.

En este contexto, la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de las matemáticas emerge como una estrategia prometedora para abordar estas dificultades (Sánchez-Bracamontes, 2023). Las TIC ofrecen nuevas oportunidades para transformar la experiencia de aprendizaje, haciendo que conceptos abstractos sean más tangibles y comprensibles para los estudiantes. En particular, el uso de herramientas como Desmos Graphing Calculator ha demostrado un potencial significativo para facilitar la visualización y manipulación de funciones matemáticas, aspectos que tradicionalmente han presentado desafíos considerables para los estudiantes (Arce y Ortega, 2013; Chocó, 2019).

La calculadora Desmos Graphing Calculator es una aplicación gratuita y accesible en línea, permite a los estudiantes graficar funciones, explorar sus propiedades y manipular sus parámetros en tiempo real. Esta interactividad ofrece una forma dinámica de comprender las relaciones entre las representaciones algebraicas y gráficas de las funciones, un aspecto crucial para el desarrollo del pensamiento matemático avanzado.



Para comprender plenamente el impacto de herramientas como Desmos en el aprendizaje de las matemáticas, este estudio se fundamenta en la Teoría de Registros de Representación Semiótica de Raymond Duval (2006, 2017). Esta teoría enfatiza la importancia de manejar múltiples representaciones para la comprensión matemática profunda. Duval (2006, 2017), argumenta que la verdadera comprensión matemática implica la capacidad de reconocer el mismo objeto matemático a través de diferentes representaciones y la habilidad de transitar fluidamente entre estas representaciones.

Aplicamos esta teoría al uso de Desmos, explorando cómo esta herramienta facilita la transición entre diferentes registros semióticos (algebraico, gráfico, tabular) y cómo esta capacidad de transición impacta en el aprendizaje de los estudiantes. Al hacerlo, buscamos no solo evaluar la efectividad de Desmos como herramienta educativa, sino también profundizar nuestra comprensión de cómo los estudiantes construyen su conocimiento matemático en entornos digitales interactivos.

Las categorías de análisis, derivadas de la Teoría de Registros de Representación Semiótica de Duval (2006 y 2017), proporcionan un marco estructurado para examinar cómo los estudiantes interactúan con y aprenden a través de Desmos Graphing Calculator.

En este marco, el objetivo principal de este trabajo es interpretar el aprendizaje de funciones matemáticas con el uso de la herramienta digital Desmos Graphing Calculator en estudiantes de tercer grado de bachillerato en la Universidad Autónoma de Sinaloa. Nos enfocamos específicamente en cómo esta herramienta contribuye a la construcción del conocimiento de funciones matemáticas, un concepto fundamental en el cálculo y en las matemáticas avanzadas en general.

Este estudio se sitúa en la intersección de la tecnología educativa, la didáctica de las matemáticas y la psicología cognitiva. Al explorar cómo una herramienta digital como Desmos puede mediar el aprendizaje de conceptos matemáticos complejos, esperamos



contribuir a una comprensión más matizada de cómo la tecnología puede ser efectivamente integrada en la educación matemática.

Este trabajo se desarrolló como una investigación de enfoque cualitativo, de diseño etnográfico, con un alcance interpretativo. Los resultados tienen el potencial de informar futuras prácticas pedagógicas, el diseño de currículos y el desarrollo de herramientas educativas tecnológicas. En un momento en que la educación matemática en México enfrenta desafíos significativos, este estudio busca proporcionar evidencia empírica sobre estrategias innovadoras que puedan mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en el nivel medio superior.

En este documento se muestra la metodología que describe las técnicas e instrumentos para recolección de datos y el análisis de los mismos. Se muestran los resultados y su discusión, analizados desde una plataforma de análisis de texto (Voyant Tools) y finalmente, se describen las conclusiones correspondientes.

Metodología

Este estudio se desarrolló como una investigación cualitativa con diseño etnográfico digital y particularista, adaptada al contexto educativo presencial. Se trabajó con una muestra por conveniencia de 42 estudiantes de tercer grado de bachillerato, con edades entre 17 y 18 años, en la asignatura de Cálculo I.

La recolección de datos se realizó mediante entrevistas semiestructuradas y observación participante. Los cuestionarios se realizaron a través de Google Forms, permitiendo a los estudiantes expresar libremente sus experiencias con Desmos. La observación participante se llevó a cabo durante las sesiones de clase, registrando las interacciones de los estudiantes con la herramienta.

El análisis de datos se realizó utilizando Voyant Tools, una plataforma de análisis de texto que permitió identificar patrones y términos clave en las respuestas de los estudiantes. Este análisis se estructuró en torno a cinco categorías derivadas de la Teoría de Registros de Representación Semiótica de Duval:

1. Conversión y tratamiento de registros
2. Comprensión y manipulación de funciones
3. Interacción con representaciones múltiples
4. Estrategias de resolución de problemas relativos a funciones matemáticas
5. Perspectivas y actitudes hacia la tecnología en matemáticas

La aplicación de la etnografía digital en este contexto implicó la observación y análisis de las interacciones de los estudiantes con Desmos tanto en el aula física como en el entorno digital, permitiendo una comprensión holística de cómo la herramienta se integra en sus procesos de aprendizaje.

Resultados y discusión

El análisis de los datos, realizado mediante Voyant Tools y fundamentado en la Teoría de Registros de Representación Semiótica de Duval, reveló hallazgos significativos en cada una de las categorías establecidas. Estos resultados no solo confirman la efectividad de Desmos Graphing Calculator como herramienta de aprendizaje, sino que también arrojan luz sobre cómo los estudiantes interactúan con y comprenden las funciones matemáticas en un entorno digital.

1. Conversión y tratamiento de registros:

El análisis de frecuencia de palabras destacó términos como "funciones" (118 menciones), "gráfica" (74 menciones) y "comprensión" (35 menciones), indicando un enfoque significativo en estos aspectos clave (figura 1 a). Los estudiantes demostraron una mejora notable en su capacidad para convertir entre representaciones algebraicas y gráficas, una habilidad fundamental en el aprendizaje de las matemáticas. Esta mejora se evidencia en comentarios como el de un estudiante que afirmó: "Con Desmos, puedo ver instantáneamente cómo cambia la gráfica al modificar la ecuación. Esto me ayuda a entender mejor la relación entre ambas".

Esta facilidad de conversión entre registros no solo confirma la teoría de Duval sobre la importancia de la coordinación entre diferentes representaciones para la comprensión

matemática, sino que también sugiere que Desmos actúa como un puente cognitivo, permitiendo a los estudiantes visualizar y comprender las conexiones entre las representaciones algebraicas y gráficas de manera más intuitiva y directa.

2. Comprensión y manipulación de funciones:

Las palabras clave "comprender" (33 menciones) y "manipular" (12 menciones) surgieron como elementos centrales en la experiencia de los estudiantes (figura 1 b). Esto se reflejó en una mayor facilidad para explorar y manipular funciones, como lo ilustra el comentario de un participante: "Antes me costaba entender cómo los parámetros afectaban la función, pero con Desmos puedo experimentar y ver los cambios en tiempo real".

Estos hallazgos respaldan la idea propuesta por Arzarello et al. (2019) de que la manipulación dinámica de representaciones gráficas facilita una comprensión más intuitiva de las funciones. Desmos parece proporcionar un entorno de experimentación seguro donde los estudiantes pueden explorar y construir su comprensión de las funciones de manera activa y significativa.

3. Interacción con representaciones múltiples:

Los términos "representación" (32 menciones) y "ecuación" (17 menciones) fueron prominentes en el análisis, reflejando la capacidad de Desmos para facilitar la interacción con múltiples formas de representación matemática (figura 1 c). Los estudiantes demostraron una mayor facilidad para alternar entre estas representaciones, como lo ilustra el comentario: "Ahora puedo pasar fácilmente de la ecuación a la gráfica y a la tabla de valores. Esto me ayuda a ver la función desde diferentes ángulos".

Esta capacidad mejorada para manejar múltiples representaciones se alinea directamente con la teoría de Duval sobre la importancia de la coordinación entre registros para el desarrollo del pensamiento matemático avanzado. Sugiere que Desmos está facilitando no solo la visualización de diferentes representaciones, sino también la construcción de conexiones significativas entre ellas.

4. Estrategias de resolución de problemas:

El análisis reveló una frecuencia significativa de los términos "problemas" (47 menciones) y "estrategias" (27 menciones), indicando un enfoque en el desarrollo de habilidades de resolución de problemas (figura 1 d). Los estudiantes reportaron enfoques más flexibles y creativos, como se evidencia en el comentario: "Ahora, cuando me enfrento a un problema complejo, lo primero que hago es graficarlo en Desmos para visualizarlo mejor".

Estos resultados sugieren que Desmos está fomentando un enfoque más exploratorio y basado en el descubrimiento para la resolución de problemas matemáticos, alineándose con las observaciones de Drijvers et al. (2016) sobre el potencial de las herramientas digitales para promover estrategias de resolución de problemas más sofisticadas.

5. Perspectivas y actitudes hacia la tecnología:

Los términos "confianza" (49 menciones) y "ventajas" (34 menciones) fueron prominentes en las respuestas de los estudiantes (figura 1 e), reflejando actitudes generalmente positivas hacia el uso de Desmos. Un estudiante expresó: "Me siento más seguro al abordar problemas matemáticos sabiendo que puedo usar Desmos para verificar mis ideas".

Estos resultados coinciden con estudios previos, como el de Arzarello et al. (2014), que sugieren que las herramientas digitales pueden aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes con el material matemático. La confianza y la percepción positiva expresadas por los estudiantes indican que Desmos no solo está facilitando el aprendizaje técnico, sino también influyendo positivamente en los aspectos afectivos del aprendizaje de las matemáticas.

En conjunto, estos hallazgos pintan un cuadro complejo y multifacético del impacto de Desmos en el aprendizaje de funciones matemáticas. Sugieren que la herramienta no solo está mejorando las habilidades técnicas de los estudiantes, sino que también está transformando sus enfoques para el aprendizaje y la resolución de problemas, así como sus actitudes hacia las matemáticas en general.

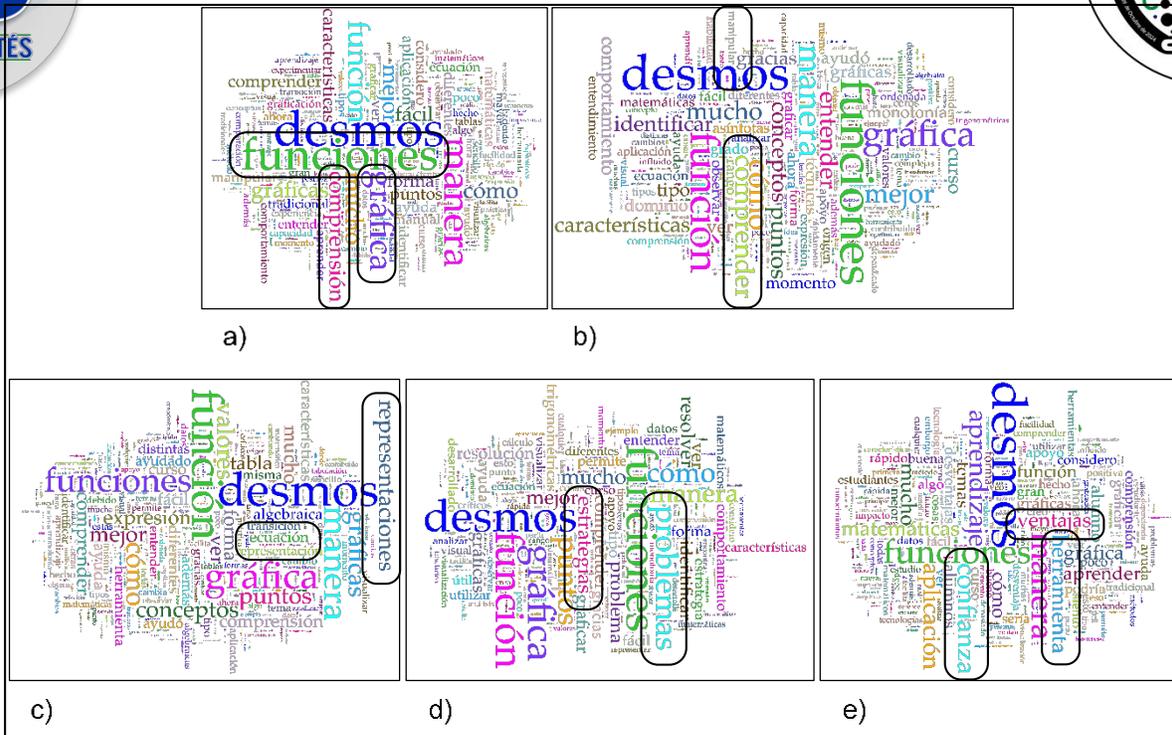


Figura 1. Nube de palabras con mayor frecuencia de las respuestas de estudiantes, relacionadas con las categorías de análisis: a) Conversión y tratamiento de registros, b) Comprensión y manipulación de funciones, c) Interacción con representaciones múltiples, d) Estrategias de resolución de problemas y e) Perspectivas y actitudes hacia la tecnología.
 Fuente: Elaboración propia (Voyant Tools), (Sicairos, 2024).

Conclusiones

Este estudio demuestra que el uso de Desmos Graphing Calculator tiene un impacto positivo significativo en el aprendizaje de funciones matemáticas en estudiantes de bachillerato.

Las principales conclusiones son: una mejora en la conversión y tratamiento de registros, porque Desmos facilita la transición fluida entre representaciones algebraicas y gráficas, fortaleciendo la comprensión conceptual de las funciones; mayor comprensión y manipulación de funciones, porque la herramienta permite a los estudiantes explorar y manipular funciones de manera interactiva, lo que conduce a una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos.

Además, se puede concluir que promueve la interacción efectiva con representaciones múltiples, porque los estudiantes desarrollan una mayor capacidad para trabajar con diferentes representaciones de funciones, lo que enriquece su comprensión matemática; impulsa el desarrollo de estrategias de resolución de problemas más sofisticadas, porque Desmos fomenta un enfoque más exploratorio y analítico en la resolución de problemas matemáticos; y con relación a las actitudes positivas hacia la tecnología en matemáticas, se concluyó que el uso de Desmos aumenta la confianza y motivación de los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas.

Estas conclusiones sugieren que la integración de herramientas como Desmos en la enseñanza de las matemáticas puede ser una estrategia efectiva para mejorar el aprendizaje y la comprensión de conceptos matemáticos complejos.

Referencias

- Arce, M. y Ortega, T. (2013). Deficiencias en el trazado de gráficas de funciones en estudiantes de bachillerato. *PNA*, 8(2), 61-73. <https://www.researchgate.net/publication/275271756> Deficiencias en el trazado de graficas de funciones en estudiantes de Bachillerato Deficiencies in plotting graphs of functions i n high school students
- Arzarello, F., Ascari, M., y Sabena, C. (2019). The teacher's role in developing students' mathematical thinking: A semiotic perspective. *ZDM Mathematics Education*, 51(7), 1021-1033.
- Arzarello, F., Bairral, M. y Danè, C. (2014). Moving from dragging to touchscreen: Geometrical learning with geometric dynamic software. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 33(1), 39-51. <https://doi.org/10.1093/teamat/hru002>
- Chocó, AF (2019). Dificultades y errores de estudiantes de grado undécimo en torno al estudio de las funciones racionales. Universidad del Valle. Código 201358784. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/20759>
- Drijvers, P., Ball, L., Barzel, B., Heid, MK., Cao, Y., y Maschietto, M. (2016). Uses of technology in lower secondary mathematics education. Springer.
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61(1), 103-131.



Duval, R. (2017). Understanding the mathematical way of thinking - The registers of semiotic representations. Springer.

Sánchez-Bracamontes, C. (2023). Las competencias matemáticas y el empleo de las tecnologías en estudiantes de bachillerato en México. *Revista Varela*, 23 (64): 24-37.
<https://revistavarela.uclv.edu.cu/index.php/rv/article/view/1472>

SEP. Calderón, MA, Vergara, L. y Atilano, ML (2023). PRINCIPALES CIFRAS 2022 - 2023 del Sistema Educativo Nacional. SEP, 1-140. Disponible en:
<https://www.planeacion.sep.gob.mx/estadisticaeindicadores.aspx>

Solís, JC y Ramirez-Noriega, A. (2024). La intervención docente en el aprendizaje de las matemáticas en la zona norte de Colegio de Bachilleres del Estado de Sinaloa. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14(28): e633.
<https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.1839>